

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات



امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: 2021

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) — المدة: 04 سا و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

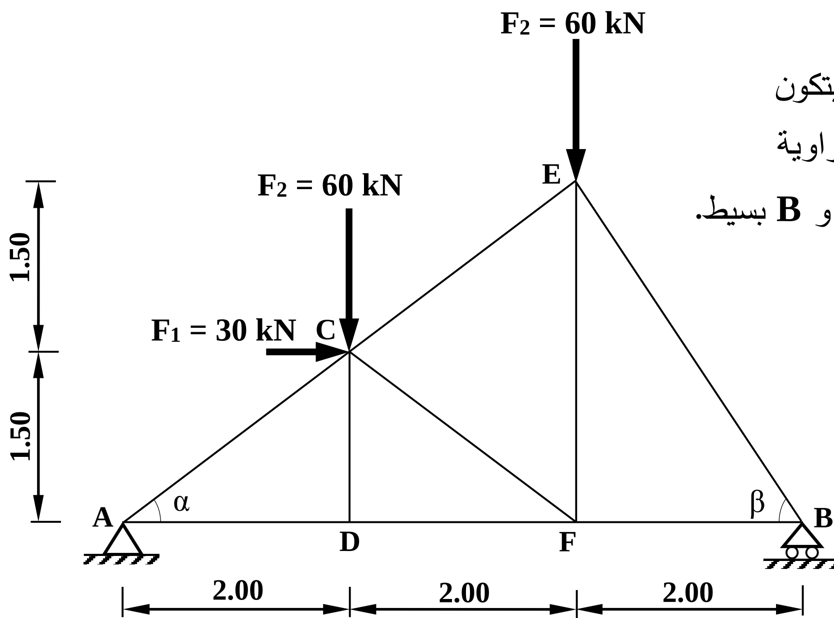
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى 3 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النّشاط الأول: الأنظمة المثلثية (06 نقاط)

يمثّل الشكل (01) نظامًا مثلثيًا محددًا سكونيًا يتكون من قضبان معدنية مقطعها العرضي مجنبات زاوية مزدوجة(⅃L) يستند على مسندين: **A** مزدوج و **B** بسيط.



الشكل (01)

يعطى:

- $\cos\alpha = 0.800$
- $\sin\alpha = 0.600$
- $\cos\beta = 0.555$
- $\sin\beta = 0.832$

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

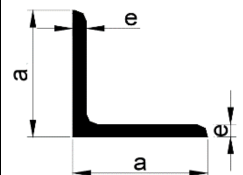
2) احسب شدّة الجهود الدّاخلية في القضبان BF, BE, DC, DF, AD, AC مبيّنا طبيعتها. تدون النتائج في جدول

3) استخرج من الجدول المرفق (01) المجنب اللاّزم والكافي للمقاومة إذا علمت أنّ:

– الجهد الداخلي الأقصى: N_{max}=100 kN والإجهاد المسموح به $\overline{\sigma} = 1600 daN/cm^2$

الجدول المرفق (01):

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ 'xx	
L	a (mm)	e (mm)	S (cm^2)	$I_{/XX'}$ (cm^4)	$W_{/xx'}$ (cm^3)
35×35×3,5	35	3,5	2,39	2,66	1,06
40×40×4	40	4	3,08	4,47	1,55
45×45×4,5	45	4,5	3,9	7,15	2,2
50×50×5	50	5	4,5	10,96	3,05
60×60×6	60	6	6,91	22,79	5,29

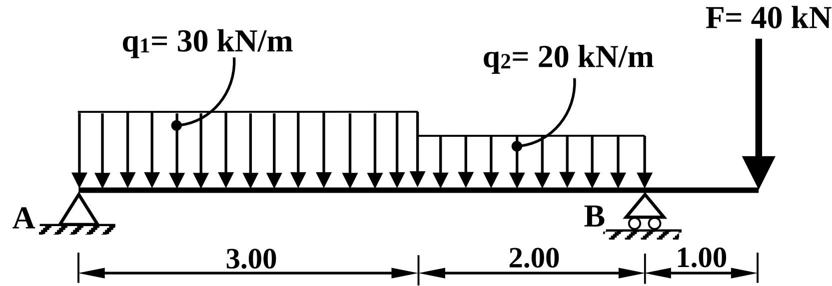


النّشاط الثّاني: الانحناء المستوي البسيط (06 نقاط)

يمثّل الشّكل (02) رافدة معدنية من نوع IPE خاضعة لمجموعة من الحمولات، ترتكز على مسندين A وB.

A : مسند مضاعف.

B : مسند بسيط.



الشكل (02)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

2) اكتب معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء M_f (x) على طول الرّافدة.

3) حدّد قيمة عزم الانحناء الأقصى $M_{f\,max}$.

4) ارسم منحنيات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء M_f (x) على طول الرّافدة.

يُقترح سلّم الرّسم الآتي:

x : 2 cm ⟶ 1 m

T(x) : 1 cm ⟶ 25 kN

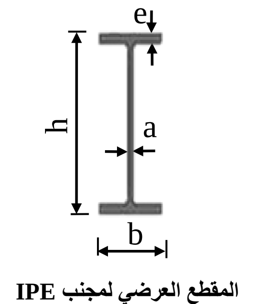
M_f(x) : 1 cm ⟶ 20 kN.m

5) حدّد من الجدول المرفق (02) المجنب الكافي واللازم للمقاومة إذا علمت أنّ: $M_{f\,max} = 66.15$ kN.m

والاجهاد المسموح به $\overline{\sigma} = 1600 daN / cm^2$

الجدول المرفق (02):

المجنب IPE	الأبعاد				المساحة	عزم العطالة	معامل المقاومة
	h (mm)	b mm)	a (mm)	e (mm)	A (cm^2)	$I_{/xx'}$ (cm^4)	$W_{/xx'}$ (cm^3)
220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
240	240	120	6,2	9,8	39,12	3892	324,3
270	270	135	6,6	10,2	45,94	5790	428,9
300	300	150	7,1	10,7	53,81	8356	557,1
330	330	160	7,5	11,5	62,61	11770	713,1



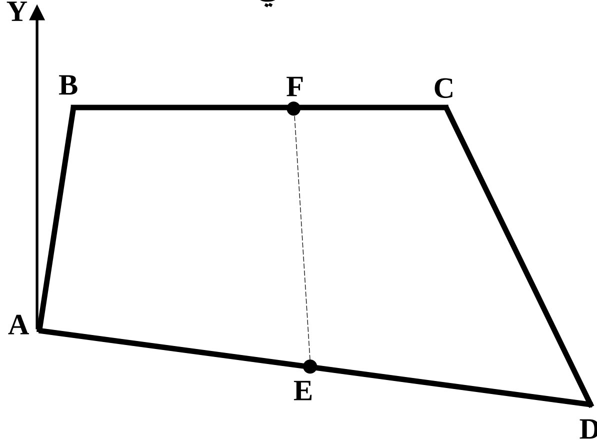
المقطع العرضي لمجنب IPE

البناء : (08 نقاط)

النّشاط الأول: طبوغرافيا (05 نقاط)

قطعة أرض ABCD ممثّلة في الشّكل (03) معرّفة بإحداثياتها القائمة حسب الجدول الآتي:

النّقاط	X(m)	Y(m)
A	35	30
B	40	60
C	90	60
D	110	20
E	72.50	25



الشكل (03)

العمل المطلوب:

1) احسب مساحة قطعة الأرض ABCD باستعمال الإحداثيات القائمة.

2) احسب السّمت الإحداثي G_{AD} والمسافة L_{AD}.

3) إذا علمت أنّ النقطة F تنتمي إلى الضلع BC:

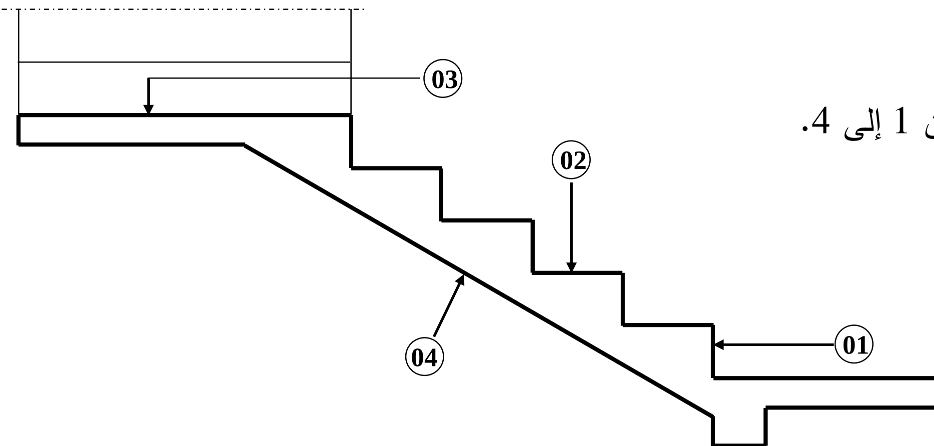
- استنتج ترتيب النقطة F (Y_F).
- احسب الفاصلة X_F التي تُحقّق تساوي المساحتين: $S_{ABFE} = S_{EFCD}$.

النّشاط الثاني: المنشآت العلوية (03 نقاط)

يمثّل الشّكل (04) جزءًا من مدّرج مستقيم.

العمل المطلوب:

- سَمِّ العناصر المرقمة من 1 إلى 4.



الشكل (04)

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

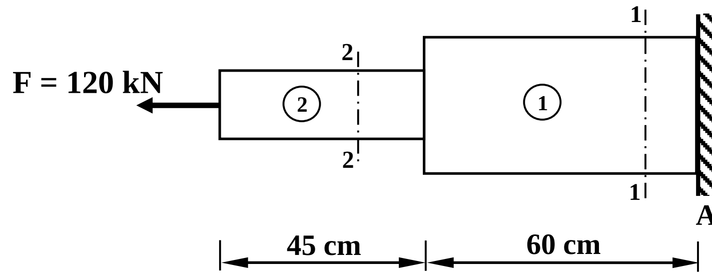
يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى 7 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النّشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)

يمثّل الشّكل (01) جملة متكوّنة من جسمين، موثوقة في النقطة **A** وخاضعة لقوة محورية **F** حيث أن:

- الجسم 1 من الفولاذ، قطر مقطعه $D_1 = 200$ mm ومعامل مرونته الطولي $E_1 = 2.1\times10^6$ daN/cm^2
- الجسم 2 من النحاس، قطر مقطعه $D_2 = 100$ mm ومعامل مرونته الطولي $E_2 = 0.9\times10^6$ daN/cm^2



الشكل (01)

العمل المطلوب:

1) احسب ردَّ فعل الوثاقة H_A.

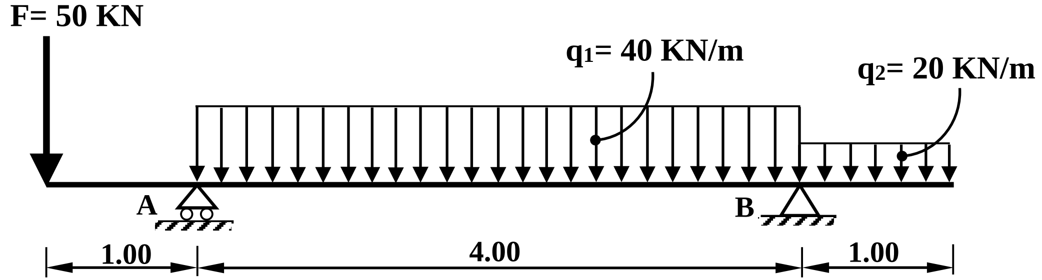
2) احسب الجهود الداخلية في الجسمين 1 و2 على مستوى القطعين (1−1) و (2−2).

3) احسب الإجهادات الناظمية في الجسمين 1 و2.

4) احسب التّشوه الطّولي الكلي (ΔL) للجملة.

النّشاط الثّاني: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)

رافدة معدنية من نوع **IPN 220** محملة كما في الشّكل (02)، ترتكز على مسندين: **A** بسيط و **B** مزدوج.



الشكل (02)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

2) اكتب معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

3) حدّد قيمة عزم الانحناء الأقصى $M_{f\,max}$.

4) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

- يُقترح سلّم الرّسم الآتي:

x : 2 cm ⟶ 1 m
T(x) : 1 cm ⟶ 20 kN
M_f (x) : 1 cm ⟶ 20 kN.m

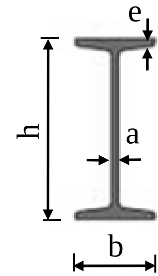
5) إذا علمت أنّ $M_{f\,max}$ = 51.25 kN.m والإجهاد المسموح به $\overline{\sigma} = 160MPa$

أ- تحقّق من مقاومة المجنّب IPN220 .

ب- في حالة عدم تحقّق المقاومة حدّد المجنّب اللاّزم والكافي من الجدول المرفق (03).

الجدول المرفق (03):

المجنب IPN	الأبعاد				المساحة	عزم العطالة	معامل المقاومة
	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	A (cm^2)	$I_{/xx'}$ (cm^4)	$W_{/xx'}$ (cm^3)
160	160	74	6,3	9,5	22,8	935	117
180	180	82	6,9	10,4	27,9	1450	161
200	200	90	7,5	11,3	33,4	2140	214
220	220	98	8,1	12,2	39,5	3060	278
240	240	106	8,7	13,1	46,1	4250	354
260	260	113	9,4	14,1	53,3	5740	442



المقطع العرضي لمجنب IPN

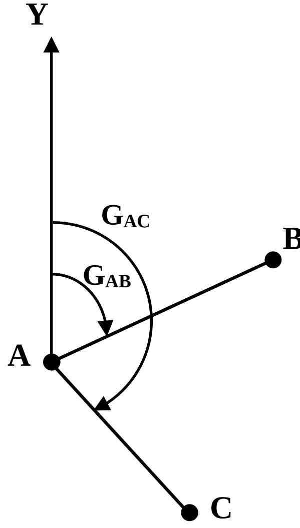
البناء : (08 نقاط)

النّشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (03 نقاط)

ثلاث نقاط A، B، C ممثّلة ميدانيا حسب الشّكل (03)

المعطيات:

- الإحداثيات القائمة: A (30 ; 30) ، B (90 ; 60)
- السمت الإحداثي: G_{AC} = 150 gr والطول L_{AC} = 56.57 m



الشكل (03)

العمل المطلوب:

1) احسب السمت الإحداثي G_{AB} والمسافة L_{AB}.

2) احسب الإحداثيات القائمة للنقطة C (X_C ; Y_C).

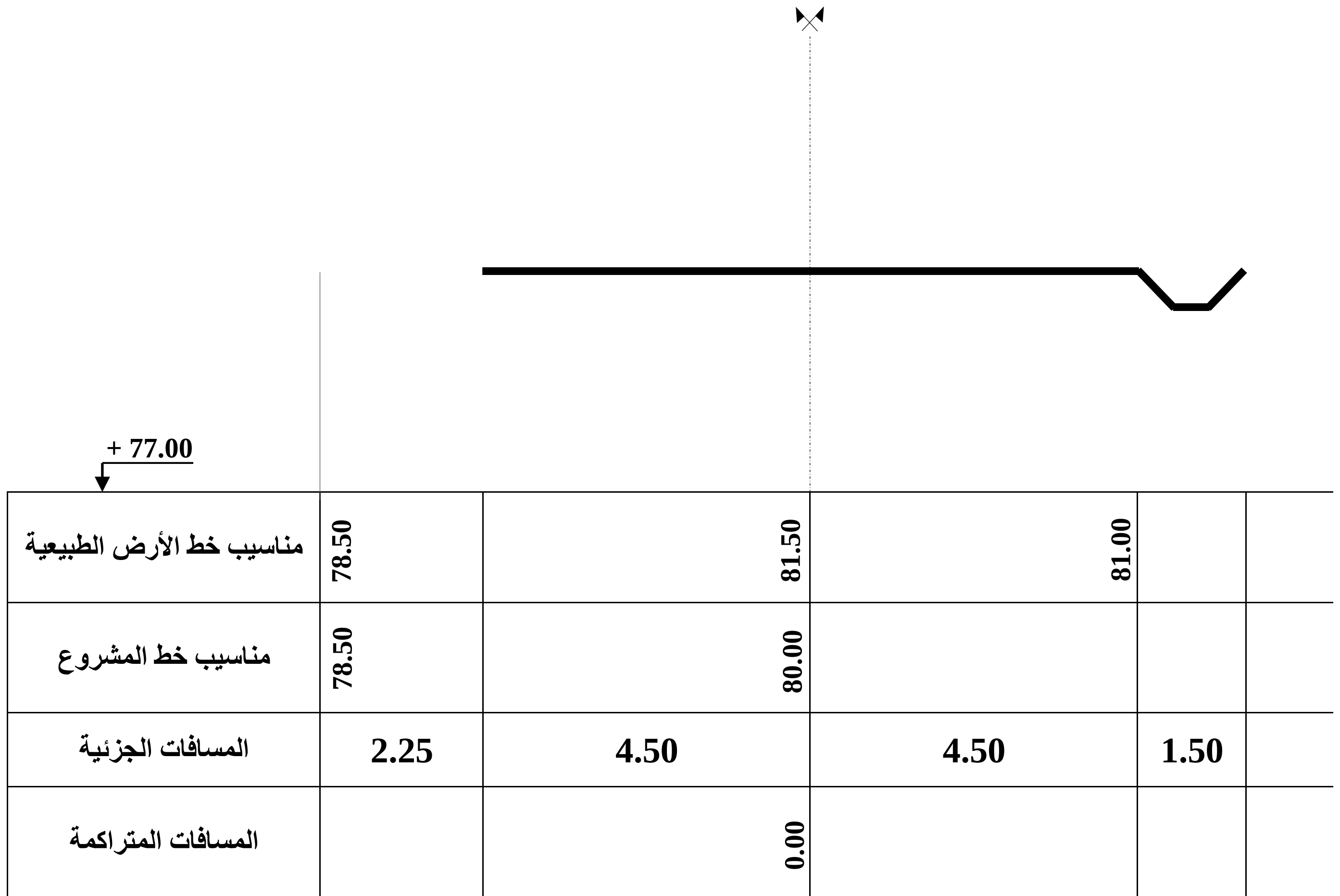
النّشاط الثّاني: الطرق (05 نقاط)

يُمثّل الشّكل (04) مظهرًا عرضيًا في مشروع طريق.

العمل المطلوب:

- أكمل رسم المظهر العرضي مع تدوين نتائج الحسابات في الجدول على الوثيقة المرفقة (الصفحة 7 من 7).

تسترجع الوثيقة المرفقة (الصفحة 7 من 7) مع أوراق الإجابة في حالة معالجة الموضوع الثاني



مناسيب خط الأرض الطبيعية	78.50	81.50	81.00		
مناسيب خط المشروع	78.50	80.00			
المسافات الجزئية	2.25	4.50	4.50	1.50	
المسافات المتراكمة		0.00			

الشكل (04)

انتهى الموضوع الثاني

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ميكانيك تطبيقية:		
النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (06 نقاط)		
1) حساب ردود الأفعال في المسندين (A) و (B):		01.50
$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow -H_A+30=0 \Rightarrow \boxed{H_A=30kN}$	0.25	
$\sum M_{F/A}=0 \Rightarrow -(V_B\times6)+(60\times4)+(60\times2)+(30\times1.5)=0$		
$\boxed{V_B=67.5kN}$	0.50	
$\sum M_{F/B}=0 \Rightarrow (V_A\times6)+(30_1\times1.5)-(60\times4)-(60\times2)=0$		
$\boxed{V_A=52.5kN}$	0.50	
$\sum F_{/y}=0 \Rightarrow V_A+V_B-60-60=0 \Rightarrow V_A+V_B=120kN$		
$V_A+V_B=52.5+67.5=120kN$ محققة	0.25	
2) حساب شدة الجهود الداخلية في القضبان:		03.50
– عزل العقدة A		
$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow N_{AD}+(N_{AC}\times\cos\alpha)-H_A=0$		
$\Rightarrow \boxed{N_{AD}=-(N_{AC}\times\cos\alpha)+H_A}$ ......(I)		
$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow V_A+(N_{AC}\times\sin\alpha)=0$		
$\Rightarrow N_{AC}=\frac{-V_A}{\sin\alpha}=\frac{-52.50}{0.6}$		
$\Rightarrow \boxed{N_{AC}=-87.50KN}$	0.50	

بالتعويض في العلاقة (I)

0.50 $(I) \Rightarrow N_{AD} = -(-87.5)\times 0.8 + 30 \Rightarrow \boxed{N_{AD} = 100kN}$

عزل العقدة D

N_{DC}, N_{DA}, D, N_{DF}, x, y

0.50 $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow N_{DF} - N_{DA} = 0 \Rightarrow N_{DC} = N_{DA}$

$\Rightarrow \boxed{N_{DF} = 100kN}$

0.50 $\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow \boxed{N_{DC} = 0}$

عزل العقدة B:

N_{BE}, Y, N_{BF}, β, X, V_B

$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow -N_{BF} - (N_{BE}\times\cos\beta) = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{BF} = -N_{AC}\times\cos\beta}$......(I)

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_B + (N_{BE}\times\sin\beta) = 0$

0.50 $\Rightarrow N_{BE} = \dfrac{-V_B}{\sin\beta} = \dfrac{-67.50}{0.832} \Rightarrow \boxed{N_{BE} = -81.12KN}$

بالتعويض في العلاقة (I)

0.50 $(I) \Rightarrow N_{BF} = -(-81.12)\times 0.555 \Rightarrow \boxed{N_{BF} = 45kN}$

– تدوين النتائج في جدول

0.50

الجهود الناظمية	N_{AC}	N_{AD}	N_{DF}	N_{DC}	N_{BE}	N_{BF}
الشدة(KN)	87.50	100	100	0.00	81.12	45
الطبيعة	ضغط	شد	شد	تركيب	ضغط	شد

01 **3) استخراج المجنب اللازم والكافي للمقاومة:**

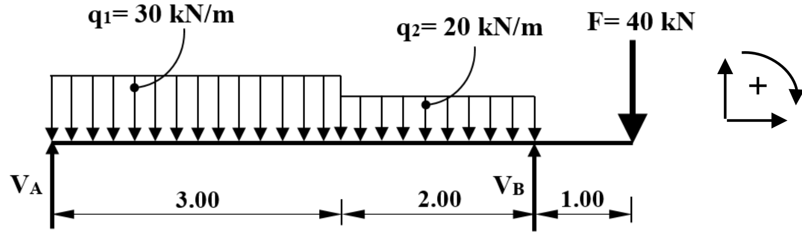
0.25 $\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \dfrac{N_{max}}{2S} \le \bar{\sigma} \Rightarrow S \ge \dfrac{N_{max}}{2\times\bar{\sigma}}$

0.25 $\Rightarrow S \ge \dfrac{100\times 10^2}{2\times 1600} \Rightarrow \boxed{S \ge 3.125cm^2}$

0.50 من الجدول نختار : $S=3.90\ cm^2$ ومنه المجنب المناسب L (45×45×4.5)

06

النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي (06 نقاط)



0.75 — 1) **حساب ردود الأفعال:**

0.25 — $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -(V_B \times 5) + (30\times3\times1.5) + (20\times2\times4) + (40\times6) = 0$

0.25 — $\Rightarrow V_B = \boxed{107kN}$

$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 5) - (30\times3\times3.5) - (20\times2\times1) + (40\times1) = 0$

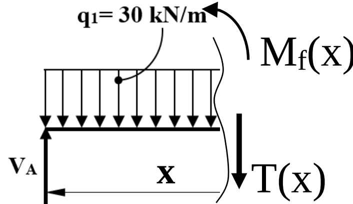
0.25 — $\Rightarrow V_A = \boxed{63kN}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - (30\times3) - (20\times2) - 40 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 170kN$

العلاقة محققة

03.50 — 2) **معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f):**

- $0 \le x \le 3$

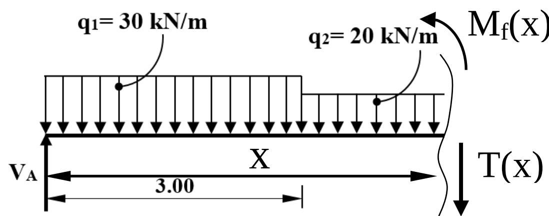


0.50 — $T(x) = -30\times x + 63 \Rightarrow \boxed{T(x) = -30x + 63}$

0.50 — $M_f(x) = -30\times\frac{x^2}{2} + 63\times x \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -15x^2 + 63x}$

x(m)	0	3
T(kN)	63	-27
M_f (kN.m)	0	54

- $3 \le x \le 5$



$T(x) = -30\times3 + 63 - 20(x-3)$

0.50 — $\Rightarrow \boxed{T(x) = -20x + 33}$

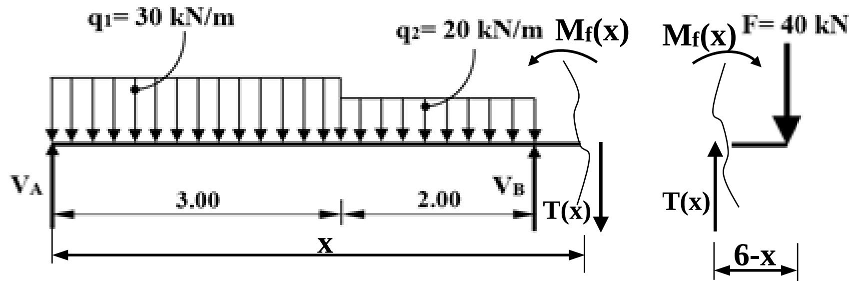
$M_f(x) = -30\times3(x-1.5) + 63x - 20\frac{(x-3)^2}{2}$

0.50 — $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 + 33x + 45}$

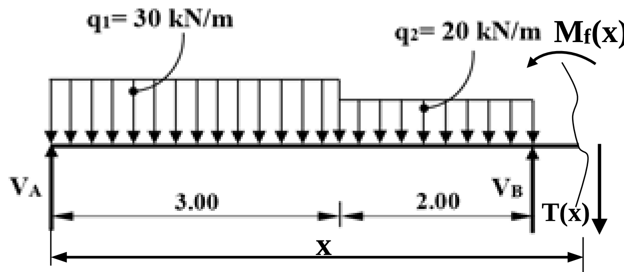
0.25

x(m)	3	5
T(kN)	-27	-67
M_f(kN.m)	54	-40

- $5 \leq x \leq 6$

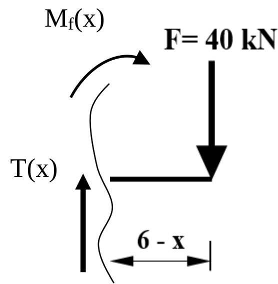


- **الطريقة الأولى: نختار الجزء المقطوع على اليسار**



$$T(x) = V_A - (q_1 \times 3) - (q_2 \times 2) + V_B$$
$$T(x) = 63 - 90 - 40 + 107 \rightarrow \boxed{T(x) = 40}$$
$$M_f(x) = (V_A.x) - (q_1 \times 3)(x - 1.5) - (q_2 \times 2)(x - 4) + V_B.(x - 5)$$
$$M_f(x) = 63x - 90x + 135 - 40x + 160 + 107x - 535$$
$$\rightarrow \boxed{M_f(x) = 40x - 240}$$

- **الطريقة الثانية: نختار الجزء المقطوع على اليمين**



0.50 $\boxed{T(x) = 40}$

$M_f(x) + 40(6 - x) = 0 \Rightarrow M_f(x) = -40(6 - x)$

0.50 $\boxed{M_f(x) = 40x - 240}$

0.25

x(m)	5	6
T(kN)	40	40
Mf(kN.m)	-40	0

0.50 **3) حساب عزم الانحناء الأعظمي:**

0.25 من خلال المجال [3 ; 0[: $T(0) > 0$ ، $T(3) < 0$

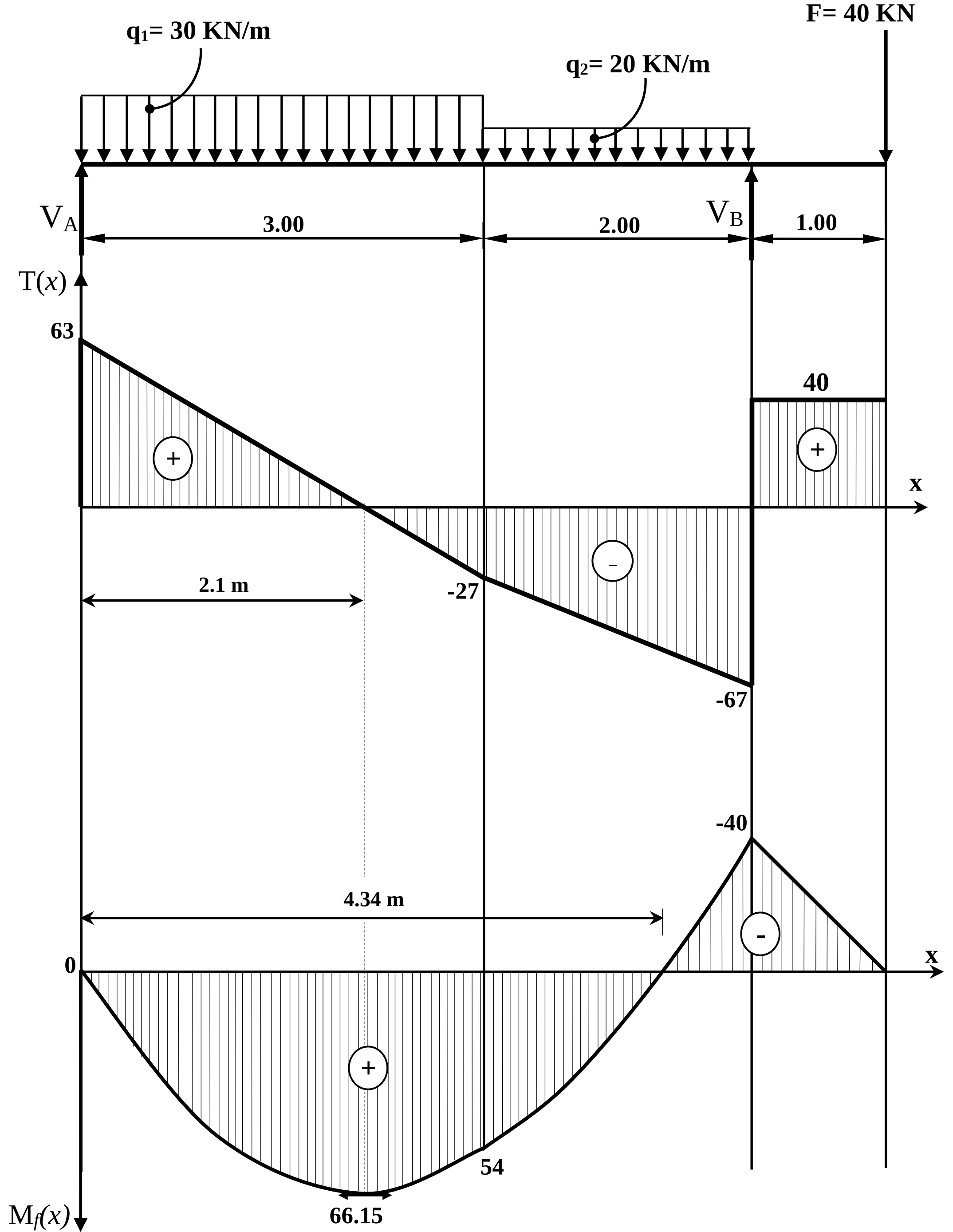
ومنه:

$$T(x) = 0 \Rightarrow -30x + 63 = 0 \Rightarrow x = 2.1m$$

0.25 $M_f(2.1) = 66.15kN.m \rightarrow \boxed{M_{f\,max} = 66.15kN.m}$

نقاط مساعدة في رسم منحنى عزم الانحناء $M_f(x)$:

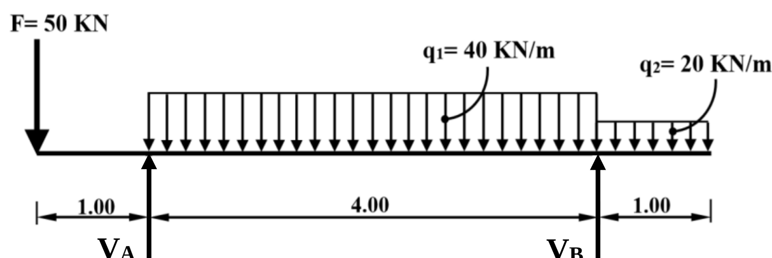
- في المجال [5 ; 3[: $M_f(x) = 0 \rightarrow x = 4.34m$

01		4) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء:
	0.50	
	0.50	
0.25		5) تحديد المجنب اللازم والكافي للمقاومة:
	0.25	$\sigma_{\max} \leq \overline{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{\max}}{W_{/xx'}} \Rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{M_{\max}}{\overline{\sigma}}$ $\Rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{66.15\times10^4}{1600} \Rightarrow W_{/xx'} \geq 413.44$ من الجدول نختار $W_{/xx'} = 428.9\ cm^3$ وبالتالي المجنب المناسب IPE270
06		

		البناء :
		النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)
01.25		**1) حساب مساحة القطعة ABCD:**
	0.50	$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\left[X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)\right]$
	0.50	$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\left[35(20-60) + 40(30-60) + 90(60-20) + 110(60-30)\right]$
	0.25	$\boxed{S_{ABCD} = 2150cm^2}$
01.50		**2) حساب السمت الاحداثي G_{AD}:**
	0.25	$\Delta X_{AD} = X_D - X_A = 110 - 35 \rightarrow \boxed{\Delta X_{AD} = 75}$
	0.25	$\Delta Y_{AD} = Y_D - Y_A = 20 - 30 \rightarrow \boxed{\Delta Y_{AD} = -10}$
	0.25	$\tan g = \frac{\lvert\Delta X_{AD}\rvert}{\lvert\Delta Y_{AD}\rvert} = \frac{\lvert 75\rvert}{\lvert -10\rvert} = 7.5$
	0.25	$\rightarrow \boxed{g = 91.56gr}$
	0.25	$\left.\begin{matrix}\Delta X_{AD} > 0\\ \Delta Y_{AD} < 0\end{matrix}\right\} \Rightarrow G_{AD} = 200 - g = 200 - 91.56$
	0.25	$\rightarrow \boxed{G_{AD} = 108.44gr}$
0.50		**– حساب المسافة L_{AD}:**
	0.25	$L_{AD} = \sqrt{\Delta X_{AD}^{\ 2} + \Delta Y_{AD}^{\ 2}}$
	0.25	$L_{AD} = \sqrt{75^2 + (-10)^2} \rightarrow \boxed{L_{AD} = 75.66m}$
01.75		**3) أ– استنتاج ترتيب النقطة F:**
	0.25	من خلال الشكل وبما أن النقطة F تنتمي إلى الضلع BC فإن: $Y_F = Y_B = Y_C = 60m$
		3) ب– حساب فاصلة النقطة F:
	0.25	$S_{ABFE} = S_{EFCD} = \frac{1}{2}S_{ABCD} = 1075m^2$
	0.50	$S_{ABFE} = \frac{1}{2}\left[X_A(Y_E - Y_B) + X_B(Y_A - Y_F) + X_F(Y_B - Y_E) + X_E(Y_F - Y_A)\right]$
	0.25	$1075 = \frac{1}{2}\left[35(25-60) + 40(30-60) + X_F(60-25) + 72.5(60-30)\right]$
		$1075 = \frac{1}{2}\left[35X_F - 250\right]$
	0.50	$X_F = \frac{2400}{35} \rightarrow \boxed{X_F = 68.57m}$
05		**النشاط الثاني: المنشأ العلوي (03 نقاط)**
03		**– تسمية العناصر :**
	0.75 × 4	1– القائمة 2– النائمة (أو الدرجة)
		3– الفاصل (أو منبسط الراحة) 4– الحصيرة .و يقبل الجواب التالي : (القلبة)
03		
20		

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ميكانيك تطبيقية:		
النشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)		
1) **حساب رد فعل الوثاقة H_A:**		0.75
$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow H_A - 120 = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 120kN}$	0.25	
	0.5	
2) **حساب الجهود الداخلية في الجسمين 1 و2:**		01
- **القطع 1-1:** $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow 120 - F_1 = 0 \rightarrow \boxed{F_1 = 120kN}$	0.25x2	
- **القطع 2-2:** $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow 120 - F_2 = 0 \rightarrow \boxed{F_2 = 120kN}$	0.25x2	
3) **حساب الإجهادات الناظمية في الجسمين 1 و2:**		01.50
$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{120\times10^2}{3.14\times\frac{20^2}{4}} \rightarrow \boxed{\sigma_1 = 38.22daN/cm^2}$	0.25x3	
$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{120\times10^2}{3.14\times\frac{10^2}{4}} \rightarrow \boxed{\sigma_2 = 152.87daN/cm^2}$	0.25x3	
4) **حساب التشوه الطولي للجملة ΔL:**		01.75
$\sigma_1 = E_1\times\varepsilon_1 = E_1\times\frac{\Delta L_1}{L_1} \rightarrow \Delta L_1 = \frac{\sigma_1\times L_1}{E_1} = \frac{38.22\times60}{2.1\times10^6} \rightarrow \boxed{\Delta L_1 = 1.09\times10^{-3}cm}$	0.25x3	
$\sigma_2 = E_2\times\varepsilon_2 = E_2\times\frac{\Delta L_2}{L_2} \rightarrow \Delta L_2 = \frac{\sigma_2\times L_2}{E_2} = \frac{152.87\times45}{0.9\times10^6} \rightarrow \boxed{\Delta L_2 = 7.64\times10^{-3}cm}$	0.25x3	
$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 1.09\times10^{-3} + 7.64\times10^{-3}$		
$\boxed{\Delta L = 8.73\times10^{-3}cm = 8.73\times10^{-2}mm}$	0.25	
		05

النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي (07 نقاط)



01 — 1) **حساب ردود الأفعال:**

$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_B = 0}$

0.50 — $\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow (-V_B \times 4) + (40 \times 4 \times 2) + (20 \times 1 \times 4.5) - (50 \times 1) = 0$

$\Rightarrow V_B = \boxed{90kN}$

0.50 — $\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 4) - (40 \times 4 \times 2) + (20 \times 1 \times 0.5) - (50 \times 5) = 0$

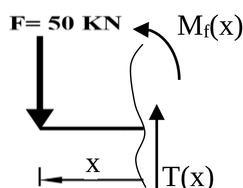
$\Rightarrow V_A = \boxed{140kN}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 50 - (40 \times 4) - (20 \times 1) \Rightarrow V_A + V_B = 230kN$

العلاقة محققة

03.50 — 2) **معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f):**

- $0 \le x \le 1$

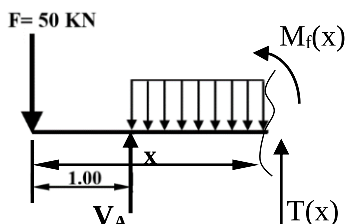


0.50 — $\boxed{T(x) = -50}$

0.50 — $\boxed{M_f(x) = -50x}$

x(m)	0	1
T(kN)	-50	-50
M_f (kN.m)	0	-50

- $1 \le x \le 5$



$T(x) = -50 + 140 - 40(x-1)$

0.50 — $\Rightarrow \boxed{T(x) = -40x + 130}$

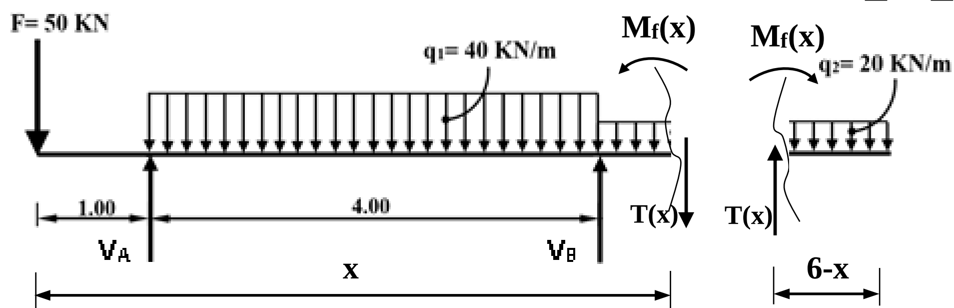
$M_f(x) = -50x + 140(x-1) - \frac{40}{2}(x-1)^2$

0.50 — $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -20x^2 + 130x - 160}$

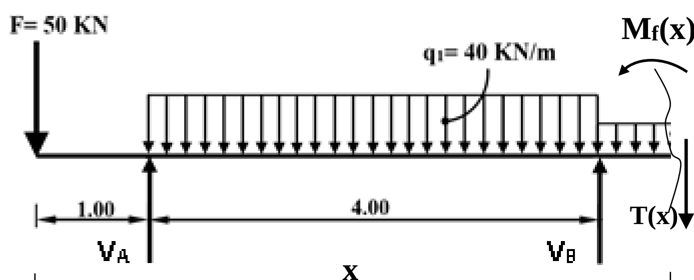
0.25

x(m)	1	5
T(kN)	90	-70
M_f(kN.m)	-50	-10

- $5 \le x \le 6$



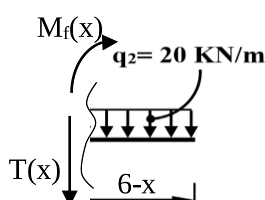
– الطريقة الأولى: نختار الجزء المقطوع على اليسار



$$T(x) = V_A - (q_1 \times 4) - q_2.(x-5) + V_B - 50$$
$$T(x) = 140 - (40 \times 4) - 20(x-5) + 90 - 50$$
$$\rightarrow \boxed{T(x) = -20x + 120}$$

$$M_f(x) = V_A.(x-1) - (q_1 \times 4)(x-3) - q_2.\frac{(x-5)^2}{2} + V_B.(x-5) - 50.x$$
$$M_f(x) = 140x - 140 - 160x + 480 - 10x^2 - 250 + 100x + 90x - 450 - 50x$$
$$\rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 + 120x - 360}$$

الطريقة الثانية: نختار الجزء المقطوع على اليمين



0.50	$T(x) = 20(6-x)$
	$\boxed{T(x) = -20x + 120}$
0.50	$M_f(x) + \frac{20}{2}(6-x)^2 = 0 \Rightarrow M_f(x) = -20(36 + x^2 - 12x)$
	$\boxed{M_f(x) = -10x^2 + 120x - 360}$
0.25	

x(m)	5	6
T(kN)	20	0
M*f*(kN.m)	-10	0

0.50 **3) حساب عزم الانحناء الأعظمي:**

من خلال المجال [1 ; 5]: $T(1) > 0$ ، $T(5) < 0$

ومنه:

0.25 $T(x) = 0 \Rightarrow -40x + 130 = 0 \Rightarrow x = 3.25m$

0.25 $M_f(x) = -20x^2 + 130x - 160$

$M_f(3.25) = 51.25kN.m \rightarrow \boxed{M_{f\,max} = 51.25kN.m}$

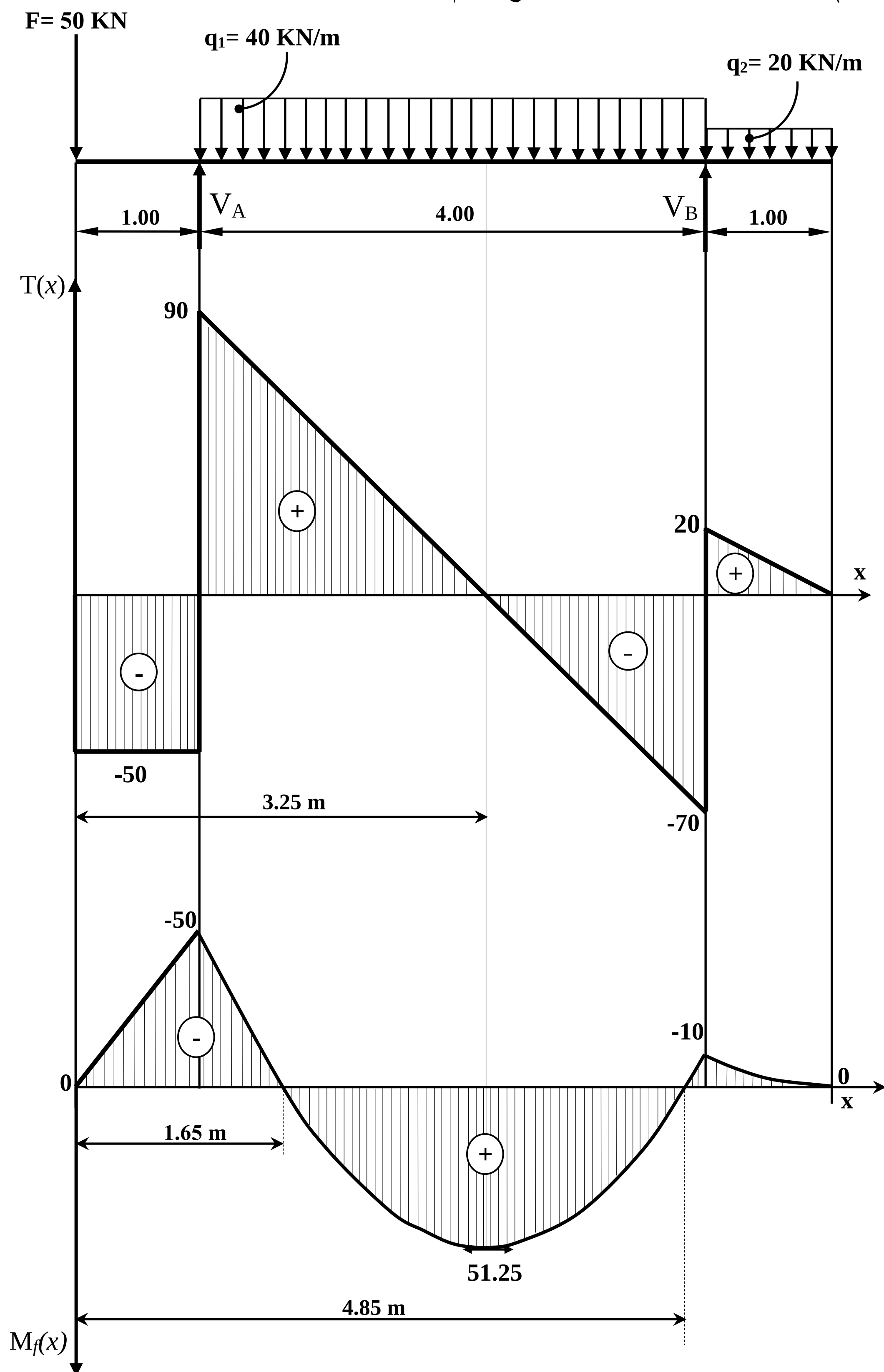
نقاط مساعدة في رسم منحنى عزم الانحناء (Mf(x

– في المجال [5 ; 1]: $M_f(x) = 0 \rightarrow \begin{cases} x_1 = 1.65m \\ x_2 = 4.85m \end{cases}$

01.50 **4) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء :**

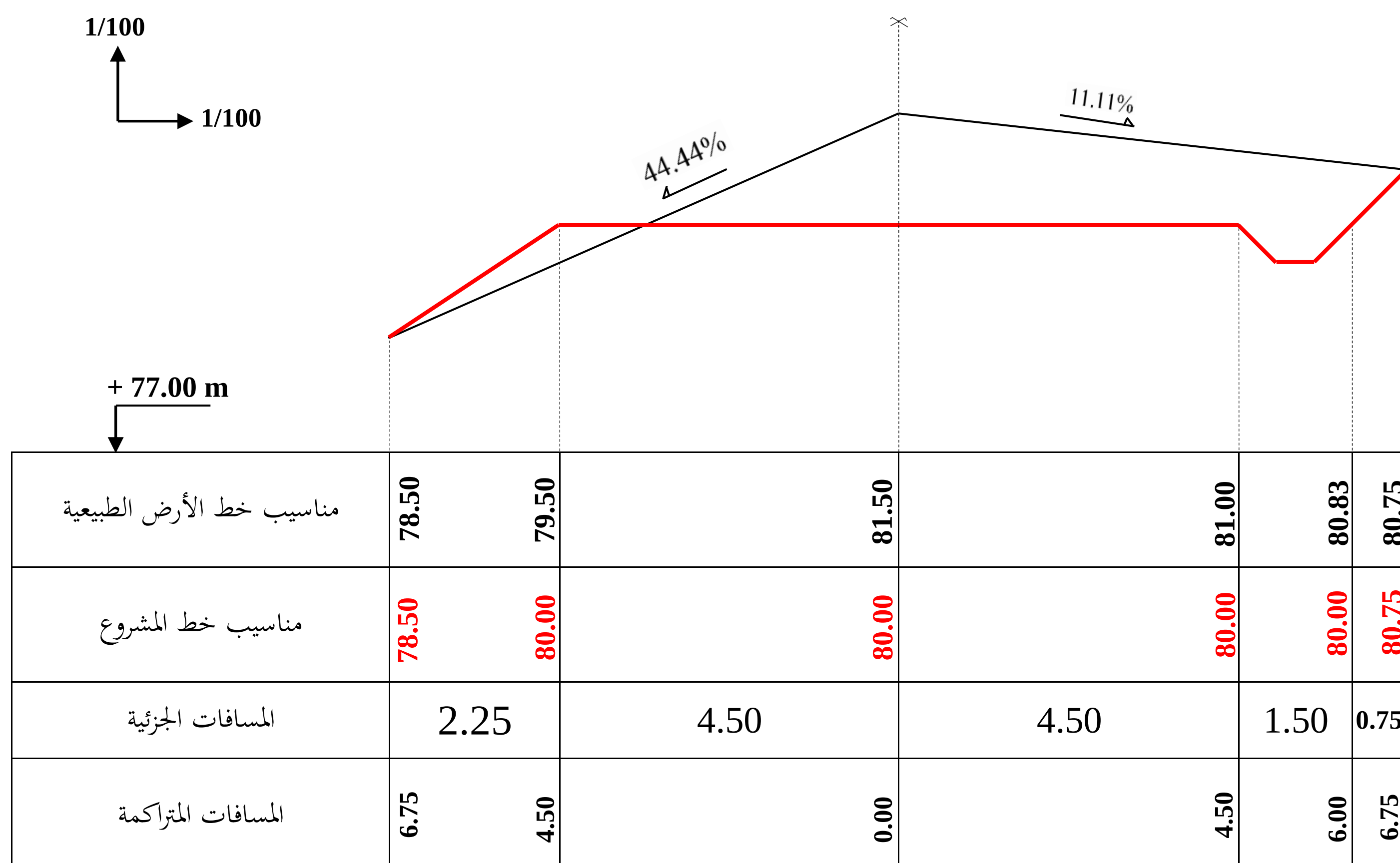
0.25 × 3

0.25 × 3



المحتوى	جزئية	مجموع
5) – أ –التحقق من مقاومة المجنب IPN220:		0.50
من الجدول: $IPN220 \rightarrow W_{/xx'} = 278cm^3$ $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{/xx'}} = \frac{51.25\times10^4}{278} = 1843daN/cm^2$ $\rightarrow \boxed{\sigma_{\max} > \overline{\sigma}}$ إذن المجنب IPN220 لا يحقق شرط المقاومة	0.25	
5) – ب –تحديد المجنب اللازم والكافي للمقاومة: $\sigma_{\max} \leq \overline{\sigma} \rightarrow \frac{M_{\max}}{W_{/xx'}} \rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{M_{\max}}{\overline{\sigma}}$ $\rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{51.25\times10^4}{1600} \rightarrow W_{/xx'} \geq 320.31$ من الجدول نختار $W_{/xx'}= 354\ cm^3$ وبالتالي المجنب المناسب IPN240	0.25	
البناء :		07
النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (03 نقاط)		
1) حساب السمت الاحداثي G_{AB}:		01.50
$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = 90 - 30 \rightarrow \boxed{\Delta X_{AB} = 60}$	0.25	
$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 60 - 30 \rightarrow \boxed{\Delta Y_{AB} = 30}$	0.25	
$\tan g = \frac{\lvert\Delta X_{AB}\rvert}{\lvert\Delta Y_{AB}\rvert} = \frac{\lvert 60\rvert}{\lvert 30\rvert} = 2$	0.25	
$\rightarrow g = 70.48gr$	0.25	
$\left.\begin{matrix}\Delta X_{AB} > 0 \\ \Delta Y_{AB} > 0\end{matrix}\right\} \Rightarrow G_{AB} = g$	0.25	
$\rightarrow \boxed{G_{AB} = 70.48gr}$	0.25	
– حساب المسافة L_{AB}:		0.50
$L_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^{\ 2} + \Delta Y_{AB}^{\ 2}}$	0.25	
$L_{AB} = \sqrt{60^2 + 30^2} \rightarrow \boxed{L_{AB} = 67.08m}$	0.25	
2) حساب الإحداثيات القائمة للنقطة C:		01
$X_C = X_A + L_{AC} \times \sin G_{AC} = 30 + 56.57 \times \sin 150$	0.25	
$\rightarrow \boxed{X_C = 70m}$	0.25	
$Y_C = Y_A + L_{AC} \times \cos G_{AC} = 30 + 56.57 \times \cos 150$	0.25	
$\rightarrow \boxed{Y_C = -10m}$	0.25	
الإحداثيات القائمة للنقطة C: C(70 ; -10)		
		03

النشاط الثاني: الطرق (05 نقاط)		
– مناسيب الأرض الطبيعية	0.25× 3	**0.75**
– مناسيب خط المشروع	0.25× 4	**01**
– الميول	0.25× 2	**0.50**
– المسافة الجزئية	0.25	**0.25**
– المسافات المتراكمة	0.25× 5	**01.25**
– رسم خط الأرض	0.50	**0.50**
– رسم خط المشروع	0.50	**0.50**
– إدراج سلم الرسم (و/ أو استعمال الألوان المعتمدة للحفر والردم)	0.25	**0.25**
		05
		20



مناسيب خط الأرض الطبيعية	78.50	79.50	81.50	81.00	80.83	80.75
مناسيب خط المشروع	78.50	80.00	80.00	80.00	80.00	80.75
المسافات الجزئية	2.25	4.50	4.50	1.50	0.75	
المسافات المتراكمة	6.75	4.50	0.00	4.50	6.00	6.75